



# UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE  
United States Patent and Trademark Office  
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450  
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
10/601,629	06/24/2003	Motomi Shimada	520.42870X00	1143

20457 7590 10/18/2004

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP  
1300 NORTH SEVENTEENTH STREET  
SUITE 1800  
ARLINGTON, VA 22209-9889

EXAMINER

SAN MARTIN, EDGARDO

ART UNIT	PAPER NUMBER
----------	--------------

2837

DATE MAILED: 10/18/2004

*Remailed*

Please find below and/or attached an Office communication concerning this application or proceeding.



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE  
United States Patent and Trademark Office  
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450  
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
10/601,629	06/24/2003	Motomi Shimada	520.42870X00	1143

20457 7590 09/07/2004

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP  
1300 NORTH SEVENTEENTH STREET  
SUITE 1800  
ARLINGTON, VA 22209-9889

EXAMINER

SAN MARTIN, EDGARDO

ART UNIT

PAPER NUMBER

2837

DATE MAILED: 09/07/2004

Please find below and/or attached an Office communication concerning this application or proceeding.

<b>Office Action Summary</b>	Application No. 10/601,629	Applicant(s) SHIMADA ET AL.	
	Examiner Edgardo San Martin	Art Unit 2837	

- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address -  
**Period for Reply**

A SHORTENED STATUTORY PERIOD FOR REPLY IS SET TO EXPIRE 3 MONTH(S) FROM THE MAILING DATE OF THIS COMMUNICATION.

- Extensions of time may be available under the provisions of 37 CFR 1.136(a). In no event, however, may a reply be timely filed after SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- If the period for reply specified above is less than thirty (30) days, a reply within the statutory minimum of thirty (30) days will be considered timely.
- If NO period for reply is specified above, the maximum statutory period will apply and will expire SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- Failure to reply within the set or extended period for reply will, by statute, cause the application to become ABANDONED (35 U.S.C. § 133). Any reply received by the Office later than three months after the mailing date of this communication, even if timely filed, may reduce any earned patent term adjustment. See 37 CFR 1.704(b).

#### Status

- 1) ☒ Responsive to communication(s) filed on 24 June 2003.
- 2a) ☐ This action is FINAL.                      2b) ☒ This action is non-final.
- 3) ☐ Since this application is in condition for allowance except for formal matters, prosecution as to the merits is closed in accordance with the practice under *Ex parte Quayle*, 1935 C.D. 11, 453 O.G. 213.

#### Disposition of Claims

- 4) ☒ Claim(s) 1-3 is/are pending in the application.
- 4a) Of the above claim(s) \_\_\_\_\_ is/are withdrawn from consideration.
- 5) ☐ Claim(s) \_\_\_\_\_ is/are allowed.
- 6) ☒ Claim(s) 1-3 is/are rejected.
- 7) ☐ Claim(s) \_\_\_\_\_ is/are objected to.
- 8) ☐ Claim(s) \_\_\_\_\_ are subject to restriction and/or election requirement.

#### Application Papers

- 9) ☒ The specification is objected to by the Examiner.
- 10) ☐ The drawing(s) filed on \_\_\_\_\_ is/are: a) ☐ accepted or b) ☐ objected to by the Examiner.  
Applicant may not request that any objection to the drawing(s) be held in abeyance. See 37 CFR 1.85(a).  
Replacement drawing sheet(s) including the correction is required if the drawing(s) is objected to. See 37 CFR 1.121(d).
- 11) ☐ The oath or declaration is objected to by the Examiner. Note the attached Office Action or form PTO-152.

#### Priority under 35 U.S.C. § 119

- 12) ☒ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).
- a) ☒ All    b) ☐ Some \* c) ☐ None of:
1. ☒ Certified copies of the priority documents have been received.
2. ☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. \_\_\_\_\_.
3. ☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this National Stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).
- \* See the attached detailed Office action for a list of the certified copies not received.

#### Attachment(s)

- |   |   |
|---|---|
| 1) <input checked="" type="checkbox"/> Notice of References Cited (PTO-892)             | 4) <input type="checkbox"/> Interview Summary (PTO-413)                     |
| 2) <input type="checkbox"/> Notice of Draftsperson's Patent Drawing Review (PTO-948)    | Paper No(s)/Mail Date. _____  |
| 3) <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement(s) (PTO-1449 or PTO/SB/08) | 5) <input type="checkbox"/> Notice of Informal Patent Application (PTO-152) |
| Paper No(s)/Mail Date _____   | 6) <input type="checkbox"/> Other: _____                                    |

## DETAILED ACTION

### *Specification*

1. The disclosure is objected to because of the following informalities:

The abstract of the disclosure is objected. Applicant is reminded of the proper language and format for an abstract of the disclosure. The abstract should be in narrative form and generally limited to a single paragraph on a separate sheet within the range of 50 to 150 words. **It is important that the abstract not exceed 150 words in length since the space provided for the abstract on the computer tape used by the printer is limited.** The form and legal phraseology often used in patent claims, such as "means" and "the," should be avoided. The abstract should describe the disclosure sufficiently to assist readers in deciding whether there is a need for consulting the full patent text for details. The language should be clear and concise and should not repeat information given in the title. **It should avoid using phrases which can be implied, such as, "The disclosure concerns," "The disclosure defined by this invention," "The disclosure describes," etc.** Correction is required. See MPEP § 608.01(b).

- In the Specification, on page 7, line 12 and page 15, line 19 the occurrence of reference number "8" should be replaced by - 9 - .

Appropriate correction is required.

### ***Claim Objections***

2. Claims 1 – 3 are objected to because of the following informalities:

With respect to claim 1:

- In line 6, the word "such" should be deleted;
- In line 10, the phrase "is characterized in that it" should be deleted;
- In line 20, the word "the" should be deleted;

With respect to claims 2 and 3:

- In line 6, the word "such" should be deleted;
- In line 10, the phrase "is characterized in that it" should be deleted;

With respect to claim 3:

- In line 6, the word "such" should be deleted;
- In line 10, the phrase "is characterized in that it" should be deleted;
- In line 14, before "switching elements" the word "the" should be deleted.

Appropriate correction is required.

***Claim Rejections - 35 USC § 112***

The following is a quotation of the second paragraph of 35 U.S.C. 112:

The specification shall conclude with one or more claims particularly pointing out and distinctly claiming the subject matter which the applicant regards as his invention.

3. Claims 1 – 3 are rejected under 35 U.S.C. 112, second paragraph, as being indefinite for failing to particularly point out and distinctly claim the subject matter which applicant regards as the invention.

Claim 1 recites the limitations "the rotational speed" in line 4, "the required value" in line 8, "the required rate of change" in line 9, "the speed region" and "the required speed" in line 13, "the specified torque value" in line 15, "the carrier frequency" in line 18, and "the carrier frequency existing" in line 21. There is insufficient antecedent basis for this limitation in the claim.

Claim 2 recites the limitations "the rotational speed" in line 4, "the required value" in line 8, "the required rate of change" in line 9, "the speed region" in line 12, "the required speed" in line 13, and "the specified torque value" in line 14. There is insufficient antecedent basis for this limitation in the claim.

Claim 3 recites the limitations "the rotational speed" in line 4, "the required value" in line 8, "the required rate of change" in line 9, "the required speed" in line 12, "the carrier frequency" in line 13, and "the carrier frequency existing" in line 16. There is insufficient antecedent basis for this limitation in the claim.

***Claim Rejections - 35 USC § 102***

The following is a quotation of the appropriate paragraphs of 35 U.S.C. 102 that form the basis for the rejections under this section made in this Office action:

A person shall be entitled to a patent unless –

(a) the invention was known or used by others in this country, or patented or described in a printed publication in this or a foreign country, before the invention thereof by the applicant for a patent.

4. Claims 1 – 3 are rejected under 35 U.S.C. 102(a) as being anticipated by Shimada et al. (JP 2001-251701) (US 6,456,909 will be used as the English translation).

Shimada et al. teach a control apparatus for an electric vehicle, comprising an electric power converter (Fig.1, Item 16) for driving a motor; a means for detecting the rotational speed (Fig.1, Item 5) of the motor; and a control means (Fig.1, Item 10) for the electric power converter, that provides control so that when a rotational speed of the motor decreases below a required value, the torque of the motor will decrease at a required rate of change (Abstract) (Col.2, Line 56 – Col.3, Line 67), wherein the control apparatus further has a means for providing control so that when the rotational speed of the motor reaches a speed region of a required speed or less during retardation, the torque of the motor will be smaller than a specified torque value existing when the rotational speed of the motor decreases below the required value; and a means for providing control so that a carrier frequency at which PWM signals are created during the control of switching elements constituting the electric power converter will be lower than a carrier frequency existing when the rotational speed of the motor decreases below the required value (Fig.2; Col.4, Lines 1 – 56).

**Conclusion**

5. The attached hereto PTO Form 892 lists prior art made of record that the Examiner considered it pertinent to applicant's disclosure.

**Contact Information**

6. Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to Edgardo San Martin whose telephone number is (571) 272-2074. The examiner can normally be reached on 8:00AM - 5:00PM.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, David Martin can be reached on (571) 272-2107. The fax phone number for the organization where this application or proceeding is assigned is 703-872-9306.

Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see <http://pair-direct.uspto.gov>. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free).



Edgardo San Martin  
Patent Examiner  
Art Unit 2837  
Class 318  
September 3, 2004



**Notice of References Cited**

Application/Control No.

10/601,629

Applicant(s)/Patent Under  
Reexamination  
SHIMADA ET AL.

Examiner

Edgardo San Martin

Art Unit

2837

Page 1 of 1

**U.S. PATENT DOCUMENTS**

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Name	Classification
	A	US-6,456,909	09-2002	Shimada et al.	701/22
	B	US-5,896,283	04-1999	Usami, Yuji	318/801
	C	US-5,677,610	10-1997	Tanamachi et al.	318/801
	D	US-4,785,225	11-1988	Horie et al.	318/811
	E	US-5,757,153	05-1998	Ito et al.	318/370
	F	US-			
	G	US-			
	H	US-			
	I	US-			
	J	US-			
	K	US-			
	L	US-			
	M	US-			

**FOREIGN PATENT DOCUMENTS**

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Country	Name	Classification
	N	JP 2002171602 A	06-2002	Japan	SHIMADA et al.	B60L 09/18
	O	JP 2002034101 A	01-2002	Japan	SHIMADA et al.	B60L 07/24
	P	JP 2001251701 A	09-2001	Japan	SHIMADA et al.	B60L 07/14
	Q					
	R					
	S					
	T					

**NON-PATENT DOCUMENTS**

*		Include as applicable: Author, Title Date, Publisher, Edition or Volume, Pertinent Pages)
	U	
	V	
	W	
	X	

\*A copy of this reference is not being furnished with this Office action. (See MPEP § 707.05(a).)  
Dates in MM-YYYY format are publication dates. Classifications may be US or foreign.

PAT-NO: JP02002171602A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002171602 A

TITLE: CONTROL DEVICE FOR  
ELECTRIC ROLLING STOCK

PUBN-DATE: June 14, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHIMADA, MOTOMI	N/A

KOJIMA, TETSUO	N/A
NAKADA, KIYOSHI	N/A
TOYODA, EIICHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

**APPL-NO: JP2000362490**

**APPL-DATE: November 29, 2000**

**INT-CL (IPC): B60L009/18, H02P021/00**

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve an accuracy of speed presumption necessary for stably outputting a torque until a speed of an electric rolling stock becomes zero, and especially for determining an electric brake cancellation timing which makes the electric rolling stock completely stop at a zero speed in a brake control.

**SOLUTION:** In the control device of the electric rolling stock which is provided with a power converter 8 to drive a motor 10 and a speed estimator 3

outputting a standard rotation speed estimated value  $Frh1$  based on an acceleration speed estimated value  $Acch$ , a speed estimator 4 which outputs a standard rotation speed estimated value  $Frh2$  by correcting  $Frh1$  is set. When  $Frh1$  reaches a condition speed (a low speed) set as an enough speed to obtain a still sufficient accuracy for an operation accuracy during deceleration by a brake command  $B$ ,  $Frh1$  or  $Frh2$  is selected by a stop control computing unit 5 as a standard rotation command  $Fr$ , and the power converter is controlled. Here, when  $Fr$  of the motor reaches a rotation speed just before stopping, a torque of the motor is decreased at a predetermined rate of change based on a brake torque falling command  $Sb$ .

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(10) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-171602

(P2002-171602A)

(43) 公開日 平成14年6月14日 (2002.6.14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード (参考)
B 6 0 L 9/18		B 6 0 L 9/18	A 5 H 1 1 5
H 0 2 P 21/00		H 0 2 P 5/408	H 5 H 5 7 6

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2000-362490 (P2000-362490)	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22) 出願日	平成12年11月29日 (2000. 11. 29)	(72) 発明者	嶋田 基巳 茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株式会社日立製作所交通システム事業部水戸交通システム本部内
		(72) 発明者	児島 徹郎 茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株式会社日立製作所交通システム事業部水戸交通システム本部内
		(74) 代理人	100099302 弁理士 笹岡 茂 (外1名)

最終頁に続く

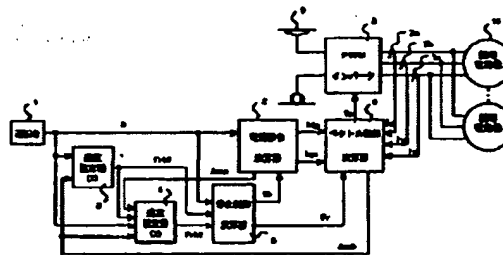
(54) 【発明の名称】 電気車の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 電気車の速度零まで安定してトルク出力し、特に、ブレーキ制御において速度ゼロで完全に停止する電気ブレーキ解除タイミングを決定するために必要な速度推定精度の向上を図ることにある。

【解決手段】 電動機10を駆動する電力変換器8と、電動機の加速度推定値Acc hに基づいて基準回転速度推定値Fr h1を出力する速度推定器3を備える電気車の制御装置において、Fr h1を補正して基準回転速度推定値Fr h2を出力する速度推定器4を設け、ブレーキ指令Bによる減速中にFr h1がまだ演算精度に十分な精度の得られる速度として設定する条件速度（低速度）に達したとき、電動機の基準回転速度指令Frとして停止制御演算器5によりFr h1またはFr h2を選択し、電力変換器を制御する。ここで、電動機のFrが停止直前の回転速度に達したとき、ブレーキトルク立ち下げ指令S bに基づいて電動機のトルクを所定変化率で減少させる。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電動機を駆動する電力変換器と、前記電動機の加速度推定値に基づいて第1の基準回転速度推定値を出力する第1の速度推定手段と、前記電力変換器の制御手段を備えた電気車の制御装置において、前記第1の基準回転速度推定値を補正して第2の基準回転速度推定値を出力する第2の速度推定手段を設け、前記電気車のブレーキ指令による減速中に前記第1の基準回転速度推定値が予め定めた設定速度値に達したとき、前記第1または第2の基準回転速度推定値を選択し、前記選択した基準回転速度推定値を前記電動機の基準回転速度指令とし、前記基準回転速度指令に基づいて前記電力変換器を制御することを特徴とする電気車の制御装置。

【請求項2】 請求項1において、前記第2の速度推定手段の出力する第2の基準回転速度推定値は、前記電気車のブレーキ指令による減速中に前記第1の基準回転速度推定値が予め定めた設定速度値に達したとき、前記電動機の加速度推定値および加速度指令値のうちのいずれかの最小値を求め、前記最小値に基づいて演算すること

【請求項3】 請求項1において、前記電動機の基準回転速度指令が停止直前のトルク電流立ち下げ開始速度である回転速度に達したとき、ブレーキトルク立ち下げ指令に基づいて前記電動機のトルクを所定変化率で減少させることを特徴とする電気車の制御装置。

【請求項4】 電動機を駆動する電力変換器と、前記電動機の加速度推定値に基づいて基準回転速度推定値を出力する第1の速度推定手段と、前記電力変換器の制御手段を備えた電気車の制御装置において、前記電動機の動作を規定する回転速度パターン発生手段を設け、前記電気車のブレーキ指令による減速中に前記基準回転速度推定値が予め定めた速度設定値に達したとき、前記回転速度パターンまたは前記基準回転速度推定値を選択し、前記選択した回転速度パターンまたは基準回転速度推定値を前記電動機の基準回転速度指令とし、前記基準回転速度指令に基づいて前記電力変換器を制御することを特徴とする電気車の制御装置。

【請求項5】 請求項4において、前記電動機の基準回転速度指令が停止直前のトルク電流立ち下げ開始速度である回転速度に達したとき、ブレーキトルク立ち下げ指令に基づいて前記電動機のトルクを所定変化率で減少させることを特徴とする電気車の制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気車の制御装置に係り、特に、推定速度に基づく電気ブレーキの停止制御の技術に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、電動機用のインバータ制御にお

いては電動機の回転速度を制御用変数として用いる必要があり、電気車では電動機あるいは車軸にパルスセンサ等の速度検出器を取り付け、その検出値に基づいて制御を行っている。しかしながら、速度検出器は取り付けスペースを確保する必要があること、また、速度検出器は電動機毎に取り付ける必要があるため、メンテナンスに労力とコストがかかることから、速度検出器を用いない速度センサレスインバータ制御が注目されつつある。電気車の速度センサレスインバータ制御については、インバータ制御車両の制御装置においてベクトル制御方式を行う上で必要であった電動機のセンサを一切排除し、これにより、構成の簡素化および耐環境性の向上を図ることを目的とした方式が特開2000-60200号公報に示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、特開2000-60200号公報に示されている方式では、回転加速度指令の演算に用いるトルク電流検出値をインバータの出力電圧の瞬時値検出器によって検出した電流検出値をdq座標変換することにより求めている。しかし、瞬時値検出器によって検出した電流検出値は、電動機が速度ゼロ付近で低速回転しているときには安定したトルクを出力する十分な検出精度が得られないため、電気車を完全に停止させるまでブレーキ出力を得ることが難しい。

【0004】本発明の課題は、電気車の制御装置の速度センサレスインバータ制御において、速度零まで安定してトルク出力し、特に、ブレーキ制御において速度ゼロで完全に停止する電気ブレーキ解除タイミングを決定するために必要な速度推定精度を得るに好適な電気車の制御装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、電動機の加速度推定値に基づいて第1の速度推定手段が出力する第1の基準回転速度推定値を補正して第2の基準回転速度推定値を出力する第2の速度推定手段を設け、電気車のブレーキ指令による減速中に第1の基準回転速度推定値が予め定めた設定速度値に達したとき、電動機の基準回転速度指令として第1または第2の基準回転速度推定値を選択し、選択した基準回転速度推定値に基づいて電力変換器を制御する。また、第2の速度推定手段に代えて電動機の動作を規定する回転速度パターン発生手段を設け、電動機の基準回転速度指令として回転速度パターン発生手段が出力する回転速度パターンまたは第1の速度推定手段が出力する第1の基準回転速度推定値を選択する。

【0006】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を用いて説明する。図1は、本発明の電気車の制御装置の一実施形態を示すブロック図である。図1において、選

転台1は、ブレーキ投入中にONするブレーキ指令フラグBを出力し、このブレーキ指令フラグBを電流指令演算器2、速度推定器(1)3、速度推定器(2)4、停止制御演算器5に入力する。電流指令演算器2は、ブレーキ指令フラグBおよび後述の停止速度演算器5の出力であるブレーキトルク立ち下げ信号Sbを入力とし、励磁電流指令Idp、トルク電流指令Iqaおよび加速度指令Accpを出力する。ベクトル制御演算器6には、励磁電流指令Idpとトルク電流指令Iqaと電流検出器7a、7b、7cから得られる電動機電流検出値iu、iv、iwおよび停止制御演算器5が出力する基準回転速度信号Frを入力し、インバータの出力電圧指令Vpおよび加速度推定値Acchを出力する。PWMインバータ8では出力電圧指令Vpが入力され、これにより演算されるゲート信号は主回路を構成するスイッチング素子を動作させ、直流電源9より得られる直流電力が三相交流電力に変換され、その電力は誘導電動機10に供給される。

【0007】速度推定器(1)3は、運転台1が出力するブレーキ指令フラグBおよびベクトル制御演算器6が出力する加速度推定値Acchを入力とし、これらの入力信号に基づいて基準回転速度推定値(1)Frh1を出力する。基準回転速度推定値(1)Frh1は、ブレーキ指令フラグBがオンであるとき、加速度推定値Acchを積分することにより演算する。速度推定器(2)4は、運転台1が出力するブレーキ指令フラグB、速度推定器(1)3が出力する基準回転速度推定値(1)Frh1、電流指令演算器2が出力する加速度指令値Accpおよびベクトル制御演算器6が出力する加速度推定値Acchを入力とし、これらの入力信号に基づいて基準回転速度推定値(2)Frh2を出力する。基準回転速度推定値(2)Frh2は、ブレーキ指令フラグBがオンであり、基準回転速度推定値(1)Frh1がある速度条件を満たしたとき、基準回転速度推定値(1)Frh1を加速度指令値Accpおよび加速度推定値Acchに基づいて補正することにより演算する。停止制御\*

$$Frh1(t) = \int B(t) \cdot Acch(t) \cdot dt \quad (1)$$

【0009】図3に、本実施形態における速度推定器(2)4の入出力信号の時間的関係を表す波形図を示す。ブレーキ投入によりブレーキ指令フラグBがオンすると、電流指令演算器2は、トルク電流指令Iqaおよび

$$Acch(t) = K \cdot Idp(t) + \alpha_r \quad (2)$$

ここで、Kは比例定数、 $\alpha_r$ は勾配、曲線等の走行抵抗分相当の加速度である。すなわち、Accplは $\alpha_r$ としてその走行区間における最大の走行抵抗分の加速度とすることにより、ブレーキ中に期待できる減速度の最小値(負の加速度としては最大値)に設定できる。また、ベクトル制御演算器6は、トルク電流指令Iqa、励磁電流指令Idpさらに図示しない電動機電流検出値iu、iv、iwのフィードバックによりベクトル制御演算を★50

\*演算器5は、運転台1が出力するブレーキ指令フラグB、速度推定器(1)3が出力する基準回転速度推定値(1)Frh1および基準速度推定器(2)4が出力する基準回転速度推定値(2)Frh2を入力とし、これらの入力信号に基づいて基準回転速度Frおよびブレーキトルク立ち下げ信号Sbを出力する。ここで、基準回転速度Frは、高速域では基準回転速度推定値(1)Frh1を出力し、ブレーキ指令フラグBがオンで減速中に基準回転速度推定値(1)Frh1がある速度(基準回転速度推定値(1)Frh1がまだ演算精度に十分な精度の得られる速度として設定する条件速度)Frbに達したときに、基準回転速度推定値(2)Frh2に切り換えて出力する。また、ブレーキトルク立ち下げ信号Sbは、ブレーキ指令フラグBがオンで減速中に基準回転速度Frが停止直前のトルク電流立ち下げ開始速度である回転速度Fr0に達した時点でトルク電流パターンIqaを時間tdで立ち下げる指令である。なお、トルク電流立ち下げ開始速度である回転速度Fr0およびトルク電流立ち下げ時間tdは乗り心地を確保し、かつ、確実に停止するように設定する。

【0008】図2に、本実施形態における速度推定器(1)3の入出力信号の時間的関係を表す波形図を示す。ブレーキ投入によりブレーキ指令フラグBがオンすると、電流指令演算器2はトルク電流指令Iqaおよび図示しない励磁電流指令Idpを出力する。ベクトル制御演算器6は、トルク電流指令Iqa、励磁電流指令Idp、さらに図示しない電動機電流検出値iu、iv、iwのフィードバックによりベクトル制御演算を行い、時々刻々の加速度推定値Acchを出力する。速度推定器(1)3は、ブレーキ指令フラグBおよび加速度推定値Acchを入力とし、ブレーキ指令フラグBがオンしている期間、加速度推定値Acchを積分することにより、基準回転速度推定値(1)Frh1を次式により演算する。

【数式1】

※図示しない励磁電流指令Idpを出力する。また、次式に基づいて加速度指令値Accpを演算し、出力する。

【数式2】

★行い、時々刻々の加速度推定値Acchを出力する。加速度推定値Acchの演算には、図示しない電動機電流検出値iu、iv、iwを用いるため、電動機電流検出値に十分な精度が得られない低速域では基準回転速度推定値(1)Frh1の演算精度も低下する。したがって、基準回転速度推定値(1)Frh1がまだ演算精度に十分な精度の得られる速度として設定する条件速度Frbに達した時点における加速度推定値Acchおよび

加速度指令値Accpをホールドする。さらに両者のホールドした値の小さい方を選択し、最小値として加速度最小値Acc\_minを求める。速度推定器(2)4は、ブレーキ指令フラグBがオンしている期間、初期値\*

$$Frh2(t)$$

$$= Frb + \int B(t) \cdot Acc\_min(t) \cdot dt \quad (3)$$

なお、図3において、符号aは基準回転速度推定値

(2) Frh2の傾きがAcc\_minに該当することを表す。ここで、加速度推定値Acchの演算に失敗した場合、加速度指令値Accpを用いることで最低限の減速度を確保することができる。この場合、加速度指令値Accpを初期値Frbで積分することにより、基準回転速度推定値(2) Frh2を演算する。

【0010】図4に、本実施形態における停止制御演算器5の入出力信号の時間的関係を表す波形図を示す。ブレーキ投入によりブレーキ指令フラグBがオンしているとき、基準回転速度推定値(1) Frh1が条件速度Frbよりも大きいときは基準回転速度推定値(1) Frh1をそのまま基準回転速度Frとして出力し、基準回転速度推定値(1) Frh1が条件速度Frb以下となった時点で基準回転速度推定値(2) Frh2に切り換え、基準回転速度Frとして出力する。ブレーキトルク立ち下げ信号Sbは、ブレーキ指令フラグBがオンで減速中に基準回転速度Frが停止直前の設定速度Fr0に達した時点でトルク電流パターンIqaを時間td

(s) (図5を参照)で立ち下げる指令である。ここで、トルク電流立ち下げ開始速度であるFr0およびト

$$Fr0 = \beta \times (td/2 + \Delta t)$$

ここで、 $\Delta t$ は基準回転速度Frの検出おくれであり、例えばノイズ除去のために導入する遅れ要素分などを考慮する。 $\beta$ はAcc\_minに相当する。

【0012】本実施形態は、これらの構成により、高速域では速度推定器(1)3が出力する基準回転速度推定値(1) Frh1を基準回転速度Frに用い、ブレーキ指令Bによる減速中に基準回転速度推定値(1) Frh1がまだ演算精度に十分な精度の得られる速度として設定する条件速度Frbに達したときに、つまり低速域では速度推定器(2)4が出力する基準回転速度推定値(2) Frh2に切り換え、この基準回転速度推定値(2) Frh2を基準回転速度Frに用いる。そして、基準回転速度Frが停止直前のトルク電流立ち下げ開始速度である回転速度Fr0に達した時点でトルク電流パターンIqaを時間tdで立ち下げる指令すなわちブレーキトルク立ち下げ信号Sbを発し、td間でブレーキトルク立ち下げ信号Sb(これに比例するトルク電流指令Iqa)が完全に立ち下がる時点で丁度基準回転速度Frをゼロとするような変化率で徐々に立ち下げる。このようにして、本実施形態では、全速度域において安定したトルク制御が可能となり、また、低速域の速度検知の精度が向上することにより、零速度まで電気ブレーキ★50

\*をFrbとし、Acc\_minを積分することにより、基準回転速度推定値(2) Frh2を次式により演算する。

【数式3】

※トルク電流立ち下げ時間td(s)は乗り心地を確保し、かつ、確実に停止するように設定する。

【0011】図5に、本実施形態における電流指令演算器2の入出力信号の時間的関係を表す波形図を示す。時刻0においてブレーキ投入中でブレーキ指令フラグBはオンである。実回転速度が零で大きなショックなく完全に停止させるために、ブレーキトルク立ち下げ信号Sb(これに比例するトルク電流指令Iqa)を点線のパターン(1)のように時刻t0でステップ状に立ち下げ、実回転速度が一定減速度で停止すると仮定した時刻t0よりもtd/2だけ早い時点(t0 - td/2)すなわち回転速度Fr0で基準回転速度Frを立ち下げはじめ、td(s)間でブレーキトルク立ち下げ信号Sb(これに比例するトルク電流指令Iqa)が完全に立ち下がる時点(t0 + td/2)で丁度基準回転速度Frがゼロとなるような変化率で徐々に立ち下げる(実線のパターン(2))。このとき、ブレーキトルク立ち下げ信号Sb(これに比例するトルク電流指令Iqa)を立ち下げる始める回転速度Fr0(Hz)は次式で求められる。

【数式4】

$$(4)$$

★力のみで停止する全電気ブレーキ停止制御が可能になると共に、電気ブレーキ停止制御の精度の向上を図ることができる。

【0013】なお、ここでは、ブレーキ指令Bによる減速中に基準回転速度推定値(1) Frh1がまだ演算精度に十分な精度の得られる速度として設定する条件速度Frbに達したときに、基準回転速度推定値(2) Frh2に切り換えて基準回転速度Frに用いることについて説明したが、加速度推定値Acchの演算に失敗した場合、加速度指令値Accpを用いることで最低限の減速度を確保することができるので、条件速度Frbに達しても基準回転速度推定値(1) Frh1を基準回転速度Frとして用いてもよい。

【0014】図6は、本発明の電気車の制御装置の他の実施形態を示すブロック図である。図6において、図1の実施形態と異なる点は、図1の速度推定器(2)4の代わりに、ブレーキ指令フラグBがオンであり、基準回転速度推定値(1) Frh1がある速度条件を満たしたとき、以降の誘導電動機3の動作を規定する回転速度パターンを発生する速度指令器11を用いる点である。速度指令器11は、運転台1が出力するブレーキ指令フラグB、速度推定器(1)3が出力する基準回転速度推定



値(1)  $Frh1$ 、電流指令演算器2が出力する加速度指令値  $Accp$  を入力とし、これらの入力信号に基づいて基準回転速度パターン  $Frp$  を出力する。基準回転速度パターン  $Frp$  は、ブレーキ指令フラグ  $B$  がオンであり、基準回転速度推定値(1)  $Frh1$  がある速度条件を満たしたとき、加速度指令値  $Accp$  に基づいて予め速度指令器11内に記憶させておく複数の速度パターンの中から1つを選択して出力する。停止制御演算器5は、運転台1が出力するブレーキ指令フラグ  $B$ 、速度推定値(1) 3が出力する基準回転速度推定値(1)  $Frh1$  および速度推定器11が出力する基準回転速度パターン  $Frp$  を入力とし、これらの入力信号に基づいて基準回転速度  $Fr$  およびブレーキトルク立ち下げ信号  $sb$  を出力する。ここで、基準回転速度  $Fr$  は、高速域では基準回転速度推定値(1)  $Frh1$  を出力し、ブレーキ指令フラグ  $B$  がオンで減速中に基準回転速度推定値

(1)  $Frh1$  の条件速度  $Fr_b$  に達したときに、基準回転速度パターン  $Frp$  に切り換えて出力する。また、図1の実施形態と同様に、ブレーキトルク立ち下げ信号  $sb$  は、ブレーキ指令フラグ  $B$  がオンで減速中に基準回転速度  $Fr$  が停止直前のある速度  $Fr_0$  に達した時点でトルク電流パターン  $Iqa$  を時間  $td$  (s) で立ち下がる指令である。ここで、トルク電流立ち下げ開始速度である  $Fr_0$  およびトルク電流立ち下げ時間  $td$  (s) は乗り心地を確保しかつ確実に停止するように設定する。

【0015】図7に、本実施形態における速度指令器11の入出力信号の時間的関係を表す波形図を示す。ブレーキ投入によりブレーキ指令フラグ  $B$  がオンすると、電流指令演算器2はトルク電流指令  $Iqa$  および図示しない励磁電流指令  $Idp$  を出力する。また、上述した

(2) 式に基づいて加速度指令値  $Accp$  を演算し、出力する。基準回転速度推定値(1)  $Frh1$  がまだ演算精度に十分な精度の得られる速度として設定する条件速度  $Fr_b$  に達した時点で、その時の加速度指令値  $Accp$  に基づいて予め速度指令器11内に記憶させておく複数の速度パターンの中から1つを選択し、基準回転速度パターン  $Frp$  として出力する。

【0016】本実施形態は、これらの構成により、高速域では速度推定器(1) 3が出力する基準回転速度推定値(1)  $Frh1$  を基準回転速度  $Fr$  に用い、ブレーキ指令  $B$  による減速中に基準回転速度推定値(1)  $Frh1$  がまだ演算精度に十分な精度の得られる速度として設定する条件速度  $Fr_b$  に達したときに、つまり低速域では速度指令器11が出力する基準回転速度パターン  $Frp$  に切り換え、この基準回転速度パターン  $Frp$  を基準回転速度  $Fr$  に用いる。そして、基準回転速度  $Fr$  が停

止直前のトルク電流立ち下げ開始速度である回転速度  $Fr_0$  に達した時点でトルク電流パターン  $Iqa$  を時間  $td$  で立ち下げる指令すなわちブレーキトルク立ち下げ信号  $sb$  を発し、 $td$  間でブレーキトルク立ち下げ信号  $sb$  (これに比例するトルク電流指令  $Iqa$ ) が完全に立ち下がる時点で丁度基準回転速度  $Fr$  をゼロとするような変化率で徐々に立ち下げる。このようにして、本実施形態では、全速度域において安定したトルク制御が可能となり、また、低速域の速度検知の精度が向上することにより、零速度まで電気ブレーキ力のみで停止する全電気ブレーキ停止制御が可能になると共に、電気ブレーキ停止制御の精度の向上を図ることができる。

【0017】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、電気車の制御装置の速度センサレスインバータ制御において速度零まで安定してトルク出力し、特に、ブレーキ制御において速度ゼロで完全に停止する電気ブレーキ解除タイミングを決定するために必要な速度推定を高精度に行うことができる。また、全速度域において安定したトルク制御が可能となり、また、低速域の速度検知の精度が向上することにより、零速度まで電気ブレーキ力のみで停止する全電気ブレーキ停止制御を可能にすると共に、電気ブレーキ停止制御の精度の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電気車の制御装置の一実施形態を示すブロック図

【図2】本発明の速度推定器(1)の入出力信号の時間的関係を表す波形図

【図3】本発明の速度推定器(2)の入出力信号の時間的関係を表す波形図

【図4】本発明の停止速度演算器の入出力信号の時間的関係を表す波形図

【図5】本発明の電流指令演算器の入出力信号の時間的関係を表す波形図

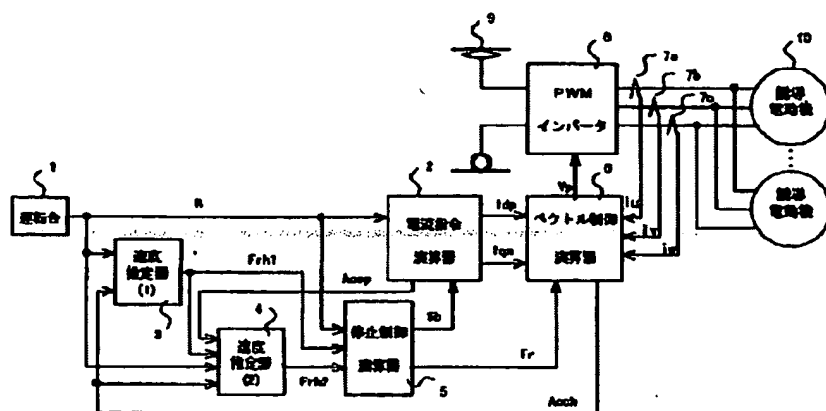
【図6】本発明の電気車の制御装置の他の実施形態を示すブロック図

【図7】本発明の速度指令器の入出力信号の時間的関係を表す波形図

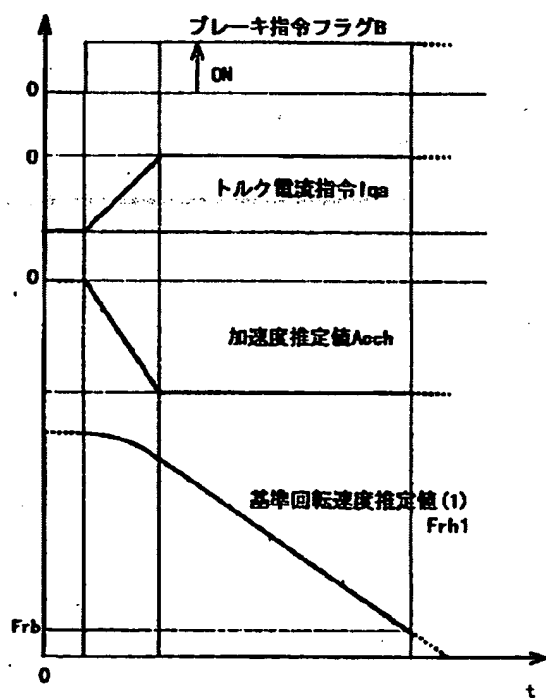
【符号の説明】

1…運転台、2…電流指令演算器、3…速度推定器(1)、4…速度推定器(2)、5…停止制御演算器、6…ベクトル制御演算器、7…電流検出器、8…PWMインバータ、9…直流電源、10…誘導電動機、11…速度指令器

【图 1】

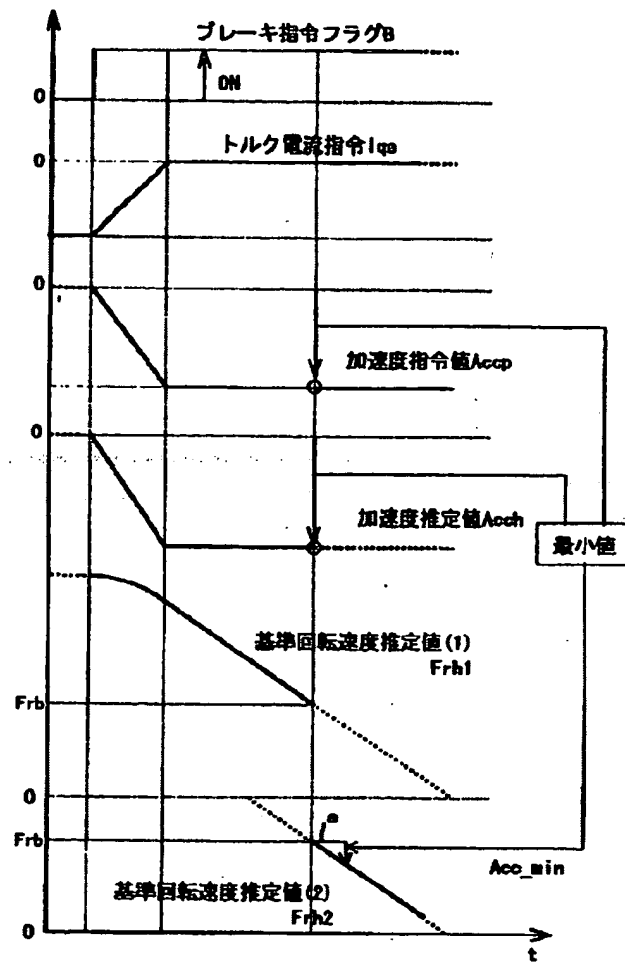


【图2】



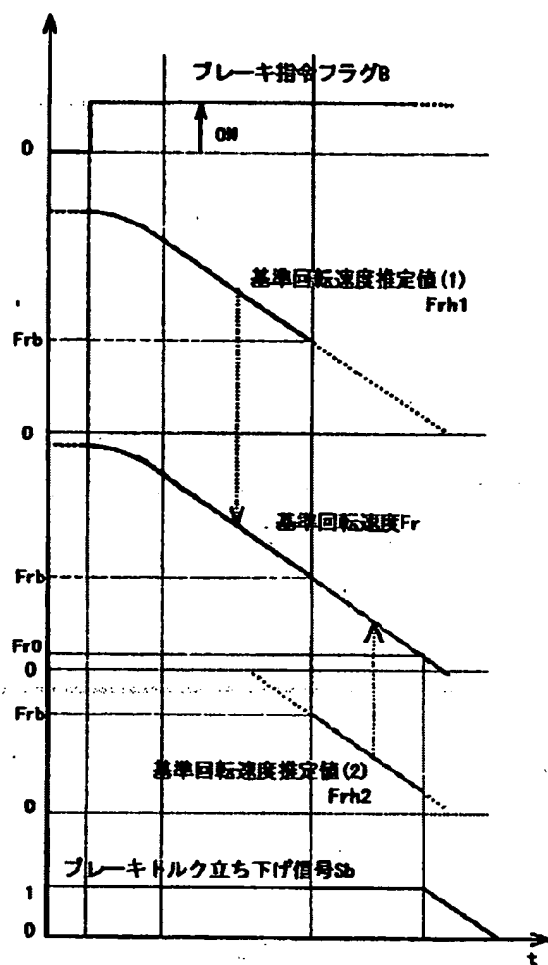
【図3】

【図3】



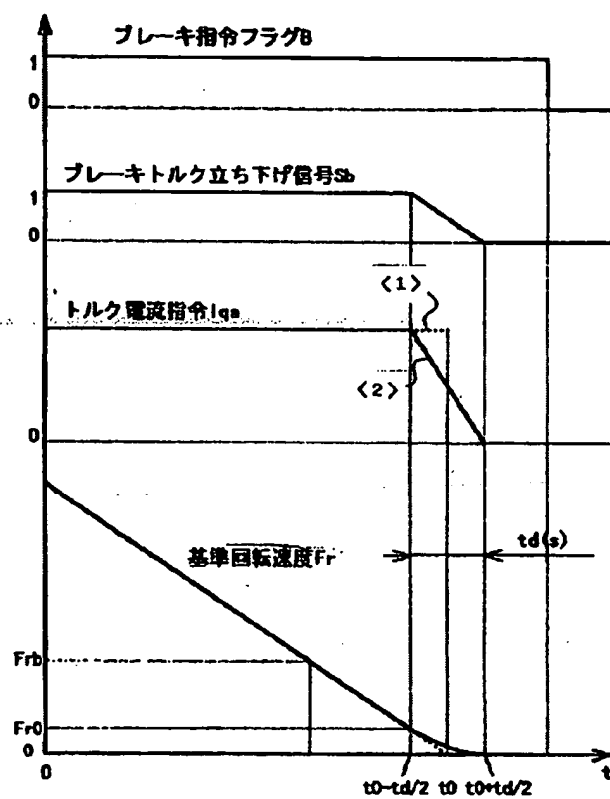
【図4】

【図4】

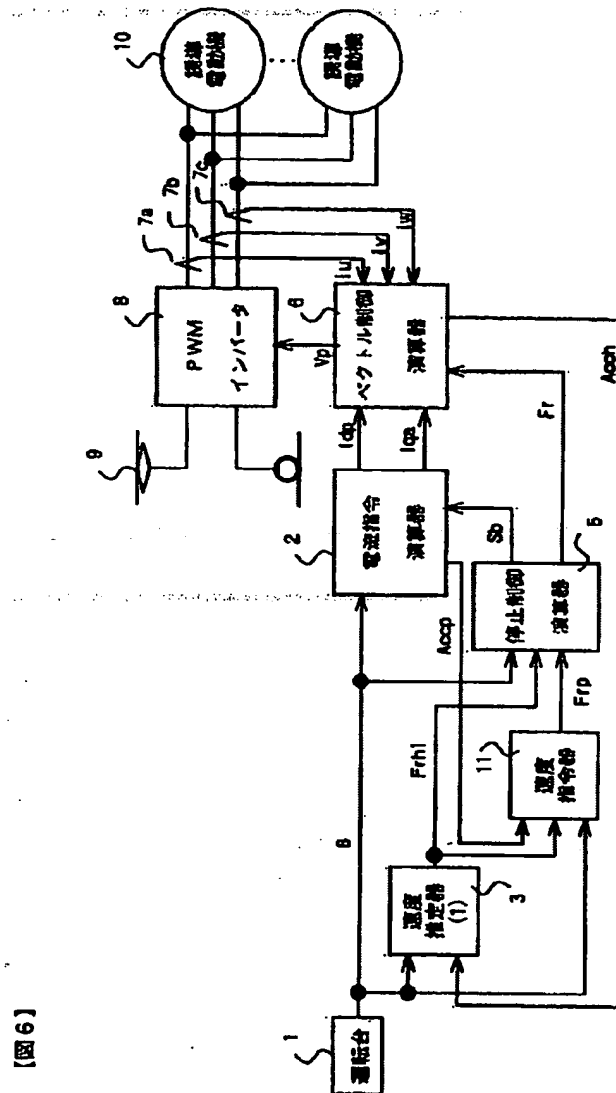


【図5】

【図6】



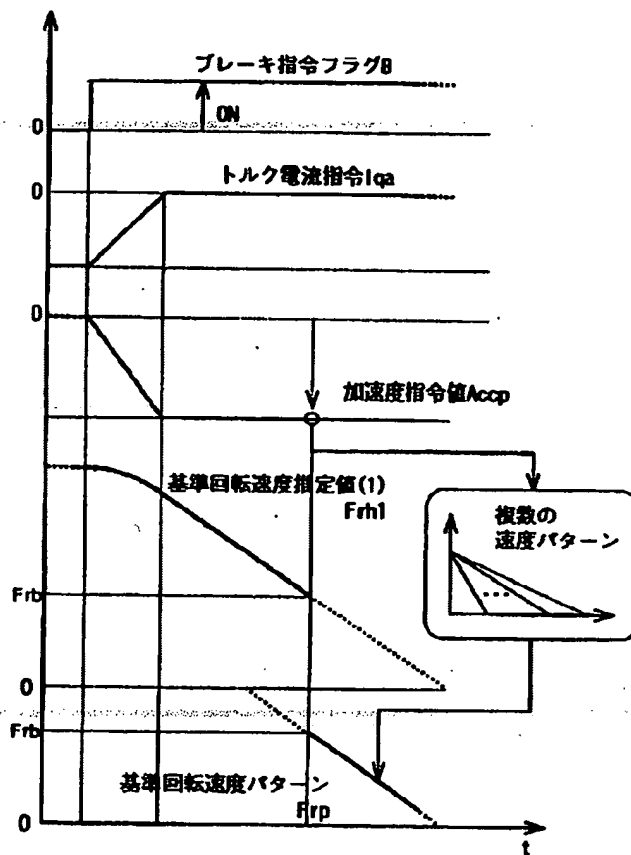
【図6】



【図6】

【図7】

【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 仲田 清

茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株式会  
社日立製作所交通システム事業部水戸交通  
システム本部内

(72)発明者 豊田 瑛一

茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株式会  
社日立製作所交通システム事業部水戸交通  
システム本部内

Fターム(参考) 5H115 PA01 PC01 PG01 PI03 PU09

PV09 QN09 RB22 SE03 SF07

SF13 SF16 T012 TR07 TU07

5H576 AA01 BB06 CC01 DD02 DD04

EE01 EE11 FF05 GG04 JJ04

JJ22 KK08 LL12 LL22

PAT-NO: JP02001251701A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001251701 A

TITLE: CONTROL DEVICE FOR  
ELECTRIC CAR

PUBN-DATE: September 14, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHIMADA, MOTOMI	N/A

KOJIMA, TETSUO	N/A
NAKADA, KIYOSHI	N/A
TOYODA, EIICHI	N/A
SEKIZAWA, TOSHIHIKO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
------	---------



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-251701

(P2001-251701A)

(43) 公開日 平成13年9月14日 (2001.9.14)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	FI	キーワード (参考)
B60L 7/14		B60L 7/14	5H115
9/18		9/18	A

審査請求 未請求 請求項の数 6 図 7 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-65715 (P2000-65715)

(22) 出願日 平成12年3月6日 (2000.3.6)

(71) 出願人 00005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 嶋田 基巳

茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株式会

社日立製作所水戸事業所内

(72) 発明者 児島 徹郎

茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株式会

社日立製作所水戸事業所内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男 (外1名)

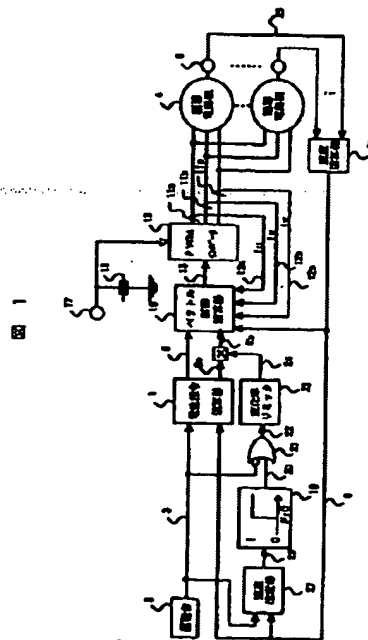
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気車の制御装置

## (57) 【要約】

【課題】 電気ブレーキ制御において速度零で完全に停止する電気ブレーキ解除タイミングを決定し、またブレーキ力を所定の変化率で立ち下げることによって確実な停止と良好な乗り心地を両立させることである。

【解決手段】 電力変換器制御手段により電力変換器を制御して電動機のトルクを制御し、速度検出手段の出力である電動機の検出速度に基づき減速度を演算し、電動機の検出速度が所定速度を下回った時点における電動機の検出速度および減速度に基づいて以後の電動機速度を推定し、その推定速度に基づいて電力変換器制御手段によるトルク制御を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電動機を駆動する電力変換器と、前記電動機  
の速度を検出する速度検出手段と、前記電動機のトル  
クを制御するために前記電力変換器を制御する電力変  
換器制御手段と、前記速度検出手段の出力である前記電  
動機の検出速度に基づき減速度を演算する手段を備えた  
電気の制御装置において、前記電動機の検出速度が所  
定速度を下回った時点における前記電動機の検出速度お  
よび減速度に基づいて以後の前記電動機の速度を推定  
し、その推定速度に基づいて前記電力変換器制御手段に  
よるトルク制御を行うことを特徴とする電気の制御装  
置。

【請求項2】 請求項1に記載の電気の制御装置にお  
いて、前記トルク制御は、前記電動機の推定速度が所定  
速度を下回った時点でトルクを所定変化率で減少させる  
電気の制御装置。

【請求項3】 電動機を駆動する電力変換器と、前記電  
動機の速度を検出する速度検出手段と、前記電動機  
のトルクを制御するために前記電力変換器を制御する  
電力変換器制御手段と、前記電動機の検出速度に基づき  
減速度を演算する手段を備えた電気の制御装置におい  
て、前記電力変換器を制御する電力変換器制御手段は、  
前記電動機の検出速度が所定速度を下回った時点でトル  
クを所定変化率で減少させるようにトルク制御すること  
を特徴とする電気の制御装置。

【請求項4】 請求項3の電気の制御装置において、  
前記トルク制御は、前記電動機の検出速度または前記推  
定速度が所定速度を下回った時点でトルクを所定変化率  
で減少させる電気の制御装置。

【請求項5】 請求項3の電気の制御装置において、  
前記トルク制御は、前記電動機の検出速度と前記推定速  
度の最小値が所定速度を下回った時点でトルクを所定変  
化率で減少させることを特徴とする電気の制御装置。

【請求項6】 電動機を駆動する電力変換器と、前記電  
動機の速度を検出する速度検出手段と、前記電動機の  
トルクを制御するために前記電力変換器を制御する電力  
変換器制御手段と、前記電動機の検出速度に基づき減速  
度を演算する手段を備えた電気の制御装置において、  
前記電動機の検出速度が所定速度を下回った時点におけ  
る、前記電動機の検出速度および前記減速度に基づいて  
それ以後の前記電動機の速度を推定し、前記電力変換器  
を制御する電力変換器制御手段は、前記電動機の検出速  
度または前記推定速度に基づいてトルク制御を行うこと  
を特徴とする電気の制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電気の制御装  
置、特にブレーキ力を所定の変化率で減少することによ  
り乗り心地の悪化を防止し、また速度零で完全に停止す  
る電気ブレーキ解除タイミングを電動機の回転速度およ

び回転減速度に基づいて導出する電気制御装置に関す  
る。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、電気車では電気ブレーキと空気ブ  
レーキを併用したブレーキ制御を行うのが一般的であ  
り、特に速度が所定速度以下から停止までは空気ブレー  
キのみで制動している。これは、電動機の回転速度検出  
に1回転当たりのパルス数が少ない安価なパルスジェネ  
レータを用いていることから、停止直前の極低速域では  
速度零を把握する速度検出精度が得られず、電気ブレー  
キでは低速で十分な制動力制御ができないのに対し、空  
気ブレーキでは確実に停止まで制動力を得られるためで  
ある。この電気ブレーキから空気ブレーキの切り換えを  
両者のブレーキ力の和が一定となるよう制御し、停止ま  
では一定の減速度を維持している。

【0003】 実際の回生ブレーキ力を空気ブレーキ装置  
に与える際、ブレーキステップ及び応荷重条件からなる  
ブレーキ力指令全領域について、空気ブレーキの作用遅  
れを加味した係数を実際の回生ブレーキ力に乗算し、回  
生ブレーキと空気ブレーキの切換え時の円滑化を図った  
制御方式として特開平7-7806号公報の「電気の回生  
ブレーキ制御方式」がある。

【0004】 また、電気ブレーキの制御方式について  
は、速度低下とともに前進ブレーキより後進力行に切り  
替えて制動力を得る逆相電気ブレーキ方式において、制  
動時の電気の速度が零になったことを検知する逆相電  
気ブレーキにおける速度零検知方式に関する特開平11-  
234804号公報に示されている「電気の逆相電気ブレー  
キ制御方法及び装置」がある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 特開平7-7806号公報  
の「電気の回生ブレーキ制御方式」は、回生ブレーキ  
と空気ブレーキの切換え時のショック防止に効果的である  
が、空気ブレーキは天候等の状況によってブレーキ力の  
指令値に対する実際のブレーキ力が変化しやすく、回生  
ブレーキから空気ブレーキに切り換えた後のブレーキ操  
作性が悪くなるという問題があった。また、低速域での  
空気ブレーキ投入時に発生しやすいブレーキ鳴きによる  
騒音、ブレーキシュー（ブレーキパッド）の交換作業に  
対するコストを考慮すると、空気ブレーキの使用頻度を  
極力低減することが望ましい。

【0006】 また、特開平11-234804号公報の「電気の  
逆相電気ブレーキ制御方法及び装置」は、停止時の乗  
り心地に大きく影響すると考えられるトルクの立ち下げ  
方式については明記されていない。

【0007】 本発明の目的は、電気ブレーキで停止する  
電気の制御装置において、特にブレーキ制御において  
速度零で完全に停止する電気ブレーキ解除タイミングを  
決定し、またブレーキ力を所定の変化率で減少すること  
により確実な停止と良好な乗り心地を両立できる電気車

の制御装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】停止直前のブレーキ力を所定の変化率で減少することでブレーキ力急変によるショックを軽減し、また速度等で完全に停止するように、ブレーキ力を減少する変化率および速度検知のおくれを考慮した電気ブレーキ解除タイミングをモータの回転速度および回転減速度に基づいて導出する。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を用いて説明する。

【0010】図1は、本発明の電気車の制御装置の一実施形態を示すブロック図である。電流指令演算器11は、運転台2でブレーキ投入中に「1」を出力するブレーキ指令フラグ3および基準回転速度信号6が入力され、励磁電流指令8とトルク電流パターン9aが生成される。

【0011】ここで、基準回転速度信号6は、1台あるいは複数台の誘導電動機4(または図示しない車輪)に連動した回転速度検出器5から得られる回転速度信号26を速度演算器25においてある規則に従って導出する。ベクトル制御演算器10には、基準回転速度信号6と励磁電流指令8とトルク電流パターン9bと電流検出器11a、11b、11cから得られる電動機電流検出値12a、12b、12cが入力され、インバータの出力電圧の電圧指令13が生成される。

【0012】ハリス幅変調インバータ(以下PWMインバータと略称する)16では電圧指令13が入力され、これにより演算されるゲート信号により主回路を構成するスイッチング素子を動作させ、直流電源17からフィルタコンデンサ18を介して得られる直流電力が三相交流電力に変換され、その電力は誘導電動機3に供給される。

【0013】速度推定器27はブレーキ指令フラグ3と基準回転速度信号6を入力とし、ブレーキ投入中に基準回転速度信号6がある設定値 $F_{rb}$ (Hz)を下回ったとき、そのときの減速度 $\beta$ (Hz/s)を基準回転速度信号6の微分演算により求め記憶し、次式により演算した推定回転速度信号28を出力する。

【0014】

【数1】  $F_{rt} = F_{rb} - \beta t$

ここで、 $F_{rt}$ (Hz)は、推定回転速度信号28、 $F_{rb}$ (Hz)は、速度推定を開始する速度、 $\beta$ (Hz/s)は、 $F_{rb}$ (Hz)での減速度の記憶値、 $t$ (s)は、 $F_{rb}$ (Hz)を下回った時点等を零としたときの時間である。

【0015】比較器19は、推定回転速度信号28を入力とし、推定回転速度信号28が $F_{r0}$ (Hz)よりも大きいとき

「1」である速度フラグ20を出力する。論理和回路20aはブレーキ指令フラグ3の否定と速度フラグ20より電気ブレーキ動作フラグ21を生成する。すなわち電気ブレーキ動作フラグ21は、力行・惰行時とブレーキ時で推定回転速度信号28が $F_{r0}$ (Hz)よりも高いときは「1」、ブレーキ

中に推定回転速度信号28が $F_{r0}$ (Hz)以下となったとき「0」となる。

【0016】ブレーキトルク立ち下げ信号24は、電気ブレーキ動作フラグ21を入力とするリミッタ値 $-1/t_d$ (1/s)を下限とする変化率リミッタ23より出力される。ブレーキトルク立ち下げ信号24は、トルク電流パターン9aに乗算することで、ブレーキ中に回転速度信号6が $F_{r0}$ (Hz)以下となった時点でトルク電流パターンは $t_d$ (s)間でランプ立ち下げる。

【0017】このようにトルク電流パターン9bをランプ状に立ち下げることで電気ブレーキ緩解時のショックが緩和され、乗り心地の悪化を防止できる。ここで、ブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度である $F_{r0}$ (s)およびトルク電流立ち下げ時間である $t_d$ (s)は乗り心地を確保しかつ確実に停止するように設定する。

【0018】図2は本発明の電気車の制御装置の一実施形態におけるブレーキ時の速度および各部信号の時間的關係を示す波形図である。

【0019】時刻0においてブレーキ指令フラグ3は「1」であり、ブレーキ投入中を示している。このとき、基準回転速度信号6が十分高い間は、速度フラグ19と電気ブレーキ動作フラグ22は「1」である。いま、一定減速度での減速を維持し、基準回転速度信号6の点線のように速度 $t_0$ で停止させるためには、トルク電流パターン9は点線のパターン①のように時刻 $t_0$ でステップ的に立ち下げる方法が考えられる。

【0020】しかし、このようにトルク電流パターン9を急激に変化させると、ブレーキ力急変によるショックで乗り心地が悪化し好ましくない。そこで、一点鎖線で示すパターン②で時刻 $t_0$ から $t_d$ (s)間でランプ状に立ち下げることでブレーキ力急変時のショックを緩和することを考える。ところが、時刻 $t_0$ (s)からトルク電流パターン9を立ち下げ始めたのでは、時刻 $t_0$ (s)以降 $t_d$ (s)間は後進力行することになり停止状態を維持することはできない。

【0021】そこで、一定減速度で停止すると仮定した時刻 $t_0$ (s)よりもトルク電流パターン9のランプ状立ち下げ時間の半分である $t_d/2$ (s)だけ早く速度フラグ19(電気ブレーキ動作フラグ22)を立ち下げると、トルク電流パターン9が完全に立ち下がる時刻( $t_0 + t_d/2$ )(s)で丁度基準回転速度信号6も零となり、完全に停止しかつ停止状態を維持することができる。

【0022】以上より、一定減速度 $\beta$ (Hz/s)で減速中にトルク電流パターン9を $t_d$ (s)間でランプ状に立ち下げ完全に停止する場合に速度フラグ19を立ち下げるべき回転速度 $F_{r0}$ (Hz)は次式で求められる。

【0023】

【数2】  $F_{r0} = \beta \times t_d/2$

さらに、基準回転速度信号6の検出おくれ $\Delta t$ を考慮すると、速度フラグ19を立ち下げるべき回転速度 $F_{r0}$ (Hz)は

次式で求められる。

【0024】

【数3】  $Fr0 = \beta \times (td/2 + t)$

ここで基準回転速度信号6の検出おくれ $td$ としては、例えばノイズ除去のために導入する1次遅れ要素の時定数などが考えられる。

【0025】図3は、本発明の電気車の制御装置の第2実施例の形態を示すブロック図である。電流指令演算器1は、運転台2でブレーキ投入中に「1」を出力するブレーキ指令フラグ3および基準回転速度信号6が入力され、励磁電流指令8とトルク電流パターン9aが生成される。

【0026】ここで、基準回転速度信号6は、1台あるいは複数台の誘導電動機4(または図示しない車輪)に連動した回転速度検出器5から得られる回転速度信号26を速度演算器25においてある規則に従って導出する。

【0027】ベクトル制御演算器10には、基準回転速度信号6と励磁電流指令8とトルク電流パターン9bと電流検出器11a、11b、11cから得られる電動機電流検出値12a、12b、12cが入力され、インバータの出力電圧の電圧指令13が生成される。

【0028】PWMインバータ16では電圧指令13が入力され、これにより演算されるゲート信号により主回路を構成するスイッチング素子を動作させ、直流電源17からフィルタコンデンサ18を介して得られる直流電力が三相交流電力に変換され、その電力は誘導電動機3に供給される。

【0029】比較器19は基準回転速度信号6を入力とし、基準回転速度信号6が $Fr0(Hz)$ よりも大きいとき「1」である速度フラグ20を出力する。

【0030】論理和回路20はブレーキ指令フラグ3の否定と速度フラグ20より電気ブレーキ動作フラグ21を生成する。すなわち電気ブレーキ動作フラグ21は、力行・惰行時とブレーキ時で基準回転速度信号6が $Fr0(Hz)$ よりも高いときは「1」、ブレーキ中に基準回転速度信号6が $Fr0(Hz)$ 以下となったとき「0」となる。

【0031】ブレーキトルク立ち下げ信号24は、電気ブレーキ動作フラグ21を入力とするリミット値 $-1/t_d(1/s)$ を下限とする変化率リミット23より出力される。ブレーキトルク立ち下げ信号24は、トルク電流パターン9aに乘算することで、ブレーキ中に回転速度信号6が $Fr0(Hz)$ 以下となった時点でトルク電流パターンは $td(s)$ 間でランプ立ち下げる。

【0032】このようにトルク電流パターン9をランプ状に立ち下げることで電気ブレーキ緩解時のショックが緩和され、乗り心地の悪化を防止できる。ここで、ブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度である $Fr0(s)$ およびトルク電流立ち下げ時間である $td(s)$ は乗り心地を確保しかつ確実に停止するように設定する。

【0033】図4は、本発明の電気車の制御装置の第3実施例の形態を示すブロック図である。電流指令演算器

11は、運転台2でブレーキ投入中に「1」を出力するブレーキ指令フラグ3および基準回転速度信号6が入力され、励磁電流指令8とトルク電流パターン9aが生成される。

【0034】ここで、基準回転速度信号6は、1台あるいは複数台の誘導電動機4(または図示しない車輪)に連動した回転速度検出器5から得られる回転速度信号26を速度演算器25においてある規則に従って導出する。

【0035】ベクトル制御演算器10には、基準回転速度信号6と励磁電流指令8とトルク電流パターン9bと電流検出器11a、11b、11cから得られる電動機電流検出値12a、12b、12cが入力され、インバータの出力電圧の電圧指令13が生成される。PWMインバータ16では電圧指令13が入力され、これにより演算されるゲート信号により主回路を構成するスイッチング素子を動作させ、直流電源17からフィルタコンデンサ18を介して得られる直流電力が三相交流電力に変換され、その電力は誘導電動機3に供給される。

【0036】速度推定器27はブレーキ指令フラグ3と基準回転速度信号6を入力とし、ブレーキ投入中に基準回転速度信号6がある設定値 $Fr_b(Hz)$ を下回ったとき、そのときの減速度 $\beta(Hz/s)$ を基準回転速度信号6の微分演算により求め記憶し、次式により演算した推定回転速度信号28を出力する。

【0037】

【数4】  $Fr_t = Fr_b - \beta t$

ここで、 $Fr_t(Hz)$ は、推定回転速度信号28、 $Fr_b(Hz)$ は、速度推定を開始する速度、 $\beta(Hz/s)$ は、 $Fr_b(Hz)$ での減速度の記憶値、 $t(s)$ は、 $Fr_b(Hz)$ を下回った時点からしたときの時間である。

【0038】比較器19aは基準回転速度信号6を入力とし、基準回転速度信号6が $Fr0(Hz)$ よりも大きいとき「1」である速度フラグ20aを出力する。比較器19bは推定回転速度信号28を入力とし、推定回転速度信号28が $Fr0(Hz)$ よりも大きいとき「1」である速度フラグ20bを出力する。

【0039】論理和回路29は、速度フラグ20a、20bの論理和から速度フラグ20cを生成する。即ち速度フラグ20a、20bのどちらか一方でも「1」となると、速度フラグ20cは「1」となる。

【0040】論理和回路20はブレーキ指令フラグ3の否定と速度フラグ20cより電気ブレーキ動作フラグ21を生成する。すなわち電気ブレーキ動作フラグ21は、力行・惰行時とブレーキ時で基準回転速度信号6および推定回転速度信号28が $Fr0(Hz)$ よりも高いときは「1」、ブレーキ中に基準回転速度信号6または推定回転速度信号28が $Fr0(Hz)$ 以下となったとき「0」となる。

【0041】ブレーキトルク立ち下げ信号24は、電気ブレーキ動作フラグ21を入力とするリミット値 $-1/t_d(1/s)$ を下限とする変化率リミット23より出力される。ブレーキトルク立ち下げ信号24は、トルク電流パターン9aに乘

10

20

30

40

50

算することで、ブレーキ中に基準回転速度信号6または推定回転速度信号28が $r_0$ (Hz)以下となった時点でトルク電流パターンは $t_d$ (s)間でランプ立ち下げる。

【0042】このようにトルク電流パターン9をランプ状に立ち下げることで電気ブレーキ緩解時のショックが緩和され、乗り心地の悪化を防止できる。ここで、ブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度である $Fr_0$ (s)およびトルク電流立ち下げ時間である $t_d$ (s)は乗り心地を確保しかつ確実に停止するように設定する。

【0043】図5は、本発明の電気車の制御装置の第4実施例の形態を示すブロック図である。電流指令演算器1は、運転台2でブレーキ投入中に「1」を出力するブレーキ指令フラグ3および基準回転速度信号6が入力され、励磁電流指令8とトルク電流パターン9aが生成される。ここで、基準回転速度信号6は、1台あるいは複数台の誘導電動機4(または図示しない車輪)に連動した回転速度検出器5から得られる回転速度信号26を速度演算器25においてある規則に従って導出する。

【0044】ベクトル制御演算器10には、基準回転速度信号6と励磁電流指令8とトルク電流パターン9bと電流検出器11a、11b、11cから得られる電動機電流検出値12a、12b、12cが入力され、インバータの出力電圧の電圧指令13が生成される。PWMインバータ16では電圧指令13が入力され、これにより演算されるゲート信号により主回路を構成するスイッチング素子を動作させ、直流電源17からフィルタコンデンサ18を介して得られる直流電力が三相交流電力に変換され、その電力は誘導電動機3に供給される。

【0045】速度推定器27はブレーキ指令フラグ3と基準回転速度信号6を入力とし、ブレーキ投入中に基準回転速度信号6がある設定値 $Fr_b$ (Hz)を下回ったとき、そのときの減速度 $\beta$ (Hz/s)を基準回転速度信号6の微分演算により求め記憶し、次式により演算した推定回転速度信号28を出力する。

【0046】

$$【数5】 Fr_t = Fr_b - \beta t$$

ここで、 $Fr_t$ (Hz)は、推定回転速度信号28、 $Fr_b$ (Hz)は、速度推定を開始する速度、 $\beta$ (Hz/s)は、 $Fr_b$ (Hz)での減速度の記憶値、 $t$ (s)は、 $Fr_b$ (Hz)を下回った時点等を等としたときの時間である。

【0047】選択器30は、基準回転速度信号6と推定回転速度信号28を入力としどちらか小さい方を選択し最小回転速度信号31として出力する。比較器19は最小回転速度信号31を入力とし、最小回転速度信号31が $r_0$ (Hz)よりも大きいとき「1」である速度フラグ20aを出力する。

【0048】論理和回路20はブレーキ指令フラグ3の否定と速度フラグ20cより電気ブレーキ動作フラグ21を生成する。すなわち電気ブレーキ動作フラグ21は、力行・

惰行時とブレーキ時に基準回転速度信号6および推定回転速度信号28が $r_0$ (Hz)よりも高いときは「1」、ブレーキ中に基準回転速度信号6または推定回転速度信号28が $r_0$ (Hz)以下となったとき「0」となる。

【0049】ブレーキトルク立ち下げ信号24は、電気ブレーキ動作フラグ21を入力とするリミット値 $-1/t_d(1/s)$ を下限とする変化率リミット23より出力される。ブレーキトルク立ち下げ信号24は、トルク電流パターン9aに乗算することで、ブレーキ中に基準回転速度信号6または推定回転速度信号28が $r_0$ (Hz)以下となった時点でトルク電流パターンは $t_d$ (s)間でランプ立ち下げる。

【0050】このようにトルク電流パターン9をランプ状に立ち下げることで電気ブレーキ緩解時のショックが緩和され、乗り心地の悪化を防止できる。ここで、ブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度である $Fr_0$ (s)およびトルク電流立ち下げ時間である $t_d$ (s)は乗り心地を確保しかつ確実に停止するように設定する。

【0051】

【発明の効果】本発明によれば、終端速度でのブレーキ力を所定の変化率で減少することで乗り心地を悪化を防止し、終端速度でのブレーキ力を減少する変化率および速度検知のおくれを考慮した電気ブレーキ解除タイミングをモータの回転速度および回転減速度に基づいて導出することで、速度零で完全に停止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電気車の制御装置の一実施形態を示すブロック図である。

【図2】本発明の電気車の制御装置の一実施形態におけるブレーキ時の速度および各部信号の時間的關係を示す波形図である。

【図3】本発明の電気車の制御装置の第2の実施形態を示すブロック図である。

【図4】本発明の電気車の制御装置の第3の実施形態を示すブロック図である。

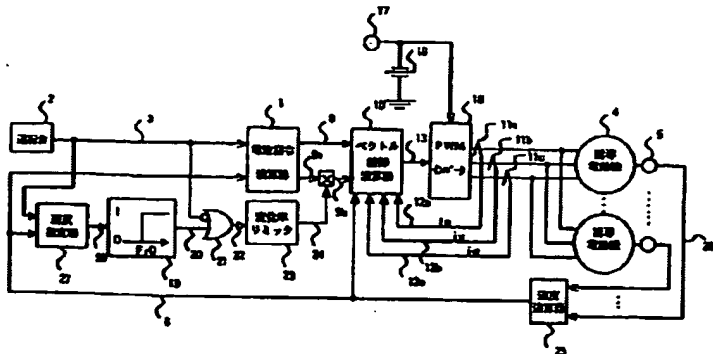
【図5】本発明の電気車の制御装置の第4の実施形態を示すブロック図である。

【符号の説明】

1…電流指令演算器、2…運転台、3…ブレーキ指令フラグ、4…誘導電動機、5…回転速度検出器、6…基準回転速度信号、8…励磁電流指令、9…トルク電流パターン、10…ベクトル制御演算器、11…電流検出器、12…電動機…電流検出値、13…電圧指令、16…PWMインバータ、17…直流電源、18…フィルタコンデンサ、19…比較器、20：速度フラグ、21：論理和回路、22…電気ブレーキ動作フラグ、23…変化率リミット、24…ブレーキトルク立ち下げ信号、25…速度演算器、26…回転速度信号、27…速度推定器、28…推定回転速度信号、29…論理和回路、30…選択器、31…最小回転速度信号。

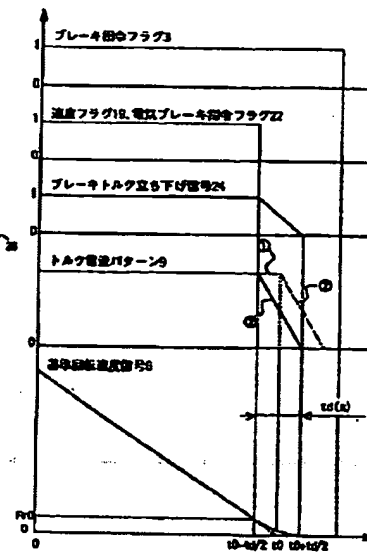
【図1】

図 1



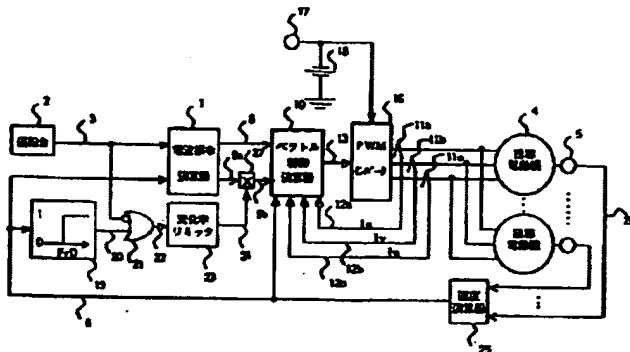
【図2】

図 2



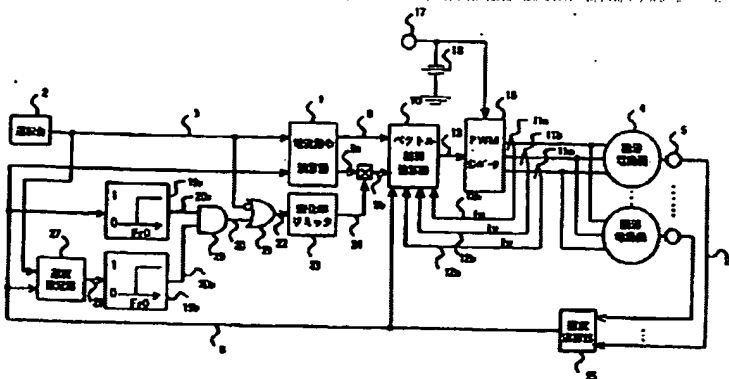
【図3】

図 3



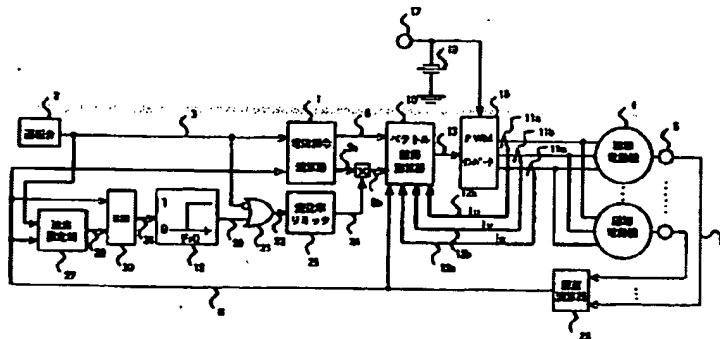
【図4】

図 4



【図5】

図 5



フロントページの続き

(72)発明者 仲田 清

茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株式会  
社日立製作所水戸事業所内

(72)発明者 豊田 瑛一

茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株式会  
社日立製作所水戸事業所内

(72)発明者 関澤 俊彦

茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株式会  
社日立製作所水戸事業所内

Fターム(参考) 5H115 PA01 PC02 PG01 PI03 PU09

PV09 QE12 QI04 QN03 QN09

QN24 QN27 QN28 RB22 RB26

TB02 TB03 TO12

Organization IC2800 Bldg./Room Jeff

U. S. DEPARTMENT OF COMMERCE  
COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. BOX 1450

ALEXANDRIA, VA 22313-1450

IF UNDELIVERABLE RETURN IN TEN DAYS

OFFICIAL BUSINESS

AN EQUAL OPPORTUNITY EMPLOYER

*Handled*

*[Signature]*

